

УДК 626.88:597-151

ПОПАДАНИЕ МОЛОДИ РЫБ
В НАСОСНЫЕ УСТАНОВКИ

В.Д.Румянцев

За последние годы резко увеличивается количество водозаборов. В Астраханской области зарегистрировано около трех тысяч насосных установок, которые вместе с водой засасывают молодь рыб.

В 1970 г. КаспНИРХ начал исследования по биологическому обоснованию путей защиты молоди рыб от попадания в насосные установки. Наблюдения проводили в средней и верхней дельте Волги. Для количественного учета скатывающейся и засасываемой молоди использовали икорную сеть. Одну сеть устанавливали в реке перед рыбозаградителем, вторую - сразу же после рыбозаградителя, третью - в распределительном канале, на месте выхода воды из насосной станции. Скорость потока воды в этих местах была 0,40-0,65 м/сек., скорость течения в реке - 0,20 - 0,45 м/сек. Лов икорной сетью продолжался 5 мин. Промежутки между пробами составляли в дневное время 2 ч., в ночное - 1 ч. Было взято 550 проб, из которых обработано 435. Подсчитывали количество рыб в пробе, измеряли длину тела рыбы и определяли ее видовую принадлежность. Всего проанализировано более 9000 рыб разных видов. Количество молоди, засасываемой насосной станцией, рассчитывали исходя из мощности водозабора, объема воды, профильтрованной за время взятия пробы через икорную сеть, и среднее количество рыб в пробах. Помножив эти числа на общее число насосных установок и количество рабочих дней, мы получили представление об ущербе, наносимом водозаборами.

По нашим расчетам, насосными установками Астраханской области было засосано в 1970 г. более 6 млрд. мальков промысловых рыб. Эта цифра может варьировать в зависимости от урожайности года, района расположения станции и других факторов, но ее следует, вероятно, принять за нижний предел величины ущерба, потому что учитывалась только засасываемая молодь и не учитывалась молодь, гибнущая у сеток рыбозаградителей.

Анализ наших данных позволяет предположить, что количество засасываемой молоди находится в прямой зависимости от ее концентрации в водоеме. Справедливость этого предположения подтверждается и сведениями об уловистости икорной сети (с учетом скоростей течения) в местах взятия проб (табл. I).

Таблица I

Средняя уловистость икорной сети

Место взятия проб		Номера станций								
		I	2	3	4	5	7	8	9	10
В реке	шт	140	40	28	6	7	22	16	6	25
	%	100	100	100	100	100	100	100	100	100
В канале водозабора	шт	135	31	17	3	3	2	8	2	4
	%	96	78	60	50	43	18	50	33	24

Из табл. I видно также, что связь эта со временем ослабевает. Так, если в мае средняя уловистость сети в канале и в реке была примерно одинаковой, то в июне процент попадания молоди в водозабор постепенно снижался.

Сопоставление процента попадания молоди в водозабор с размерами воблы дает основание предположить наличие причинной связи между этими величинами (рис. I, табл. 2).

Из рис. I видно, что связь эта существует и имеет обратный характер: чем крупнее скатывающаяся молодь, тем меньше ее попадает в водозаборы. Это объясняется тем, что сетчатые рыбозаградители, применяемые в настоящее время, имеют ячейку 4x4 мм. В начале ската молодь беспрепятственно проходит

сквозь ячейку, а примерно с середины июня часть ее задерживается сеткой. Вобла не проходит при длине 20-21 мм, густера — при длине 18-20 мм, лещ — при длине 19-20 мм. Высота тела мальков этих рыб составляет в это время соответственно 4,7-5,1 мм, 4,3-5,0 мм и 4,6-5,1 мм, т.е. близка к размерам ячейки.

Д.С.Павлов [3] экспериментально показал, что вобла и лещ длиной 23-26 мм обычно не задерживаются сеткой с ячейкой 4 мм при скорости потока 0,5 - 0,9 м/сек. Некоторое несоответствие результатов Павлова и наших наблюдений мы объясняем тем, что мы работали на постоянно действующих станциях, сетки которых были плотно забиты мусором, что, естественно, уменьшало фактические размеры ячеек сеток и скорее приводило к обьячеиванию. При осмотре сеток рыбозаградителей мы всегда обнаруживали много прижатой и обьяченной молодежи. Однако истинного представления о количестве гибнущей на сетке молодежи такой осмотр не дает, так как в момент прекращения работы насоса образуется мощный обратный ток воды, смывающий большую часть прижатой молодежи обратно в реку.

Относительная величина попадания молодежи в водозаборные сооружения зависит как от величины, так и от видового состава скатывающейся рыбы (табл.3). Каждый вид имеет свою специфику ската и поведения молодежи в зоне водозабора. Вследствие этого видовой состав скатывающейся молодежи более разнообразен, чем засасываемой. Так, вобла составляла с самого начала основу засасываемой рыбы, достигая в отдельных случаях 93% от общего количества рыб. Значительна была и доля леща (до 60% на ст.9) и густеры (до 24% на ст.6). В третьей декаде июня в пробах появляются сельдевые, которые прослеживаются до конца наблюдений. Доля их в составе всей засасываемой молодежи может достигать до 68% (ст.7).

Огромное влияние на относительное количество засасываемой молодежи оказывает суточный режим работы насосной установки (рис.2).

Таблица 2

Размеры мальков (в мм), попадающих в водозаборные сооружения

Вид рыбы	Но м е р а с т а н ц и й									
	1	2	3	4	5	6	7	10	11	
Вобла	$\frac{8,1}{5,7-11,7}$	$\frac{18}{11-26}$	$\frac{21}{11-28}$	$\frac{20}{17-23}$	$\frac{21}{16-26}$	$\frac{22}{17-31}$	$\frac{23}{16-31}$	$\frac{23}{16-30}$	$\frac{29}{21-39}$	
Лещ	-	-	-	-	$\frac{17}{13-23}$	-	$\frac{22}{16-26}$	$\frac{21}{16-26}$	$\frac{23}{15-30}$	
Густера	-	$\frac{13}{11-20}$	-	-	$\frac{17}{13-22}$	$\frac{19}{13-23}$	$\frac{18}{15-23}$	$\frac{19}{16-24}$	-	
Уклея	-	-	-	-	$\frac{16}{13-22}$	-	$\frac{18}{15-25}$	$\frac{20}{16-26}$	-	
Судак	$\frac{7,2}{6,9-7,5}$	-	-	-	-	-	-	-	-	
Окунь	$\frac{8,6}{5,9-9,3}$	$\frac{24}{19-28}$	-	-	-	-	-	-	-	
Сельдь	-	-	-	-	-	$\frac{7}{6-8}$	$\frac{18}{15-25}$	$\frac{15}{12-18}$	$\frac{15}{10-17}$	

Примечание. В дробях: числитель - средние размеры; знаменатель - пределы колебаний.

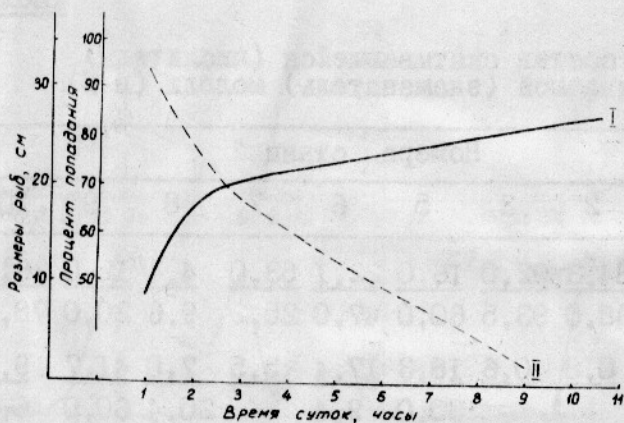


Рис. I. Изменение размеров молоди (—) и процента ее попадания в водозаборы (---) в зависимости от времени суток

Из рис. 2 видно, что интенсивность попадания молоди в водозабор днем невелика. В сумерках количество засасываемой молоди резко увеличивается.

Трудно было ожидать полной синхронности колебаний кривых интенсивности суточного ската и попадания молоди в водозабор, однако часто пики первой кривой, если скат происходит ночью, совпадает с пиками второй кривой (ст. 3, 5, 6, 7, II). Возрастание интенсивности ската в светлое время суток почти не ведет к увеличению количества молоди, попадающей в водозабор (ст. I, 3, 4, 6, 8, 10, II).

Подтверждением этому служат также данные табл. 4.

Из табл. 4 видно, что, если скат рыбы в реке может перераспределяться в течение суток и составлять в ночное время от 85 до 39%, то попадание рыб в насосные установки происходит в основном ночью и составляет от 81 до 97% всех пойманных за сутки рыб. Ритмичность суточного попадания рыб в водозаборы отмечали также Л. А. Щетинина, Л. М. Нусенбаум, А. И. Кулиш, А. Г. Аверкиев и Д. С. Павлов [1-4]. Объясняется она тем, что с самых ранних этапов онтогенеза молодь рыб проявляет оптомоторную реакцию и реореакцию.

Таблица 3

Видово* состав скатывающейся (числитель)
и засасываемой (знаменатель) молоди (в %)

Вид рыбы	Номера станций										
	I	2	3	5	6	7	8	9	10	11	
Вобла	<u>86,4</u>	<u>84,3</u>	<u>92,0</u>	<u>16,0</u>	<u>22,1</u>	<u>53,0</u>	<u>4,4</u>	<u>12,0</u>	<u>26,9</u>	<u>21,7</u>	
	86,9	88,0	93,5	60,0	47,0	25,2	9,6	20,0	78,0	40,0	
Лещ	-	<u>0,8</u>	<u>0,6</u>	<u>18,3</u>	<u>17,4</u>	<u>5,5</u>	<u>7,0</u>	<u>41,7</u>	<u>9,5</u>	<u>72,2</u>	
	-	-	-	30,0	9,4	-	20,4	60,0	6,0	20,0	
Уклея	-	<u>0,4</u>	<u>3,0</u>	<u>30,4</u>	<u>9,9</u>	<u>16,8</u>	<u>0,9</u>	<u>13,7</u>	<u>39,0</u>	-	
	-	2,5	3,5	-	5,9	-	-	20,0	6,0	-	
Бычок	-	-	-	-	-	<u>0,6</u>	-	-	-	<u>0,5</u>	
	-	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	
Судак	<u>5,0</u>	-	-	<u>0,1</u>	-	<u>0,3</u>	<u>0,3</u>	-	-	-	
	4,8	0,8	-	-	-	-	1,0	-	-	-	
Окунь	<u>8,6</u>	<u>7,6</u>	<u>1,6</u>	<u>0,1</u>	<u>2,4</u>	<u>0,3</u>	-	-	<u>0,3</u>	-	
	8,3	7,5	1,0	10,0	2,4	-	-	-	-	-	
Бело- глазка	-	<u>1,6</u>	<u>0,4</u>	<u>0,8</u>	<u>0,4</u>	<u>1,5</u>	-	-	-	-	
	-	0,4	-	-	0,2	-	-	-	-	-	
Сопа	-	-	<u>0,2</u>	<u>0,3</u>	-	-	<u>0,9</u>	-	-	-	
	-	-	1,5	-	-	-	3,5	-	-	-	
Густера	-	<u>4,9</u>	<u>1,6</u>	<u>34,0</u>	<u>37,8</u>	<u>14,2</u>	<u>4,2</u>	-	<u>18,0</u>	-	
	-	-	-	-	24,7	6,3	9,6	-	10,0	-	
Жерех	-	-	<u>0,2</u>	-	-	<u>0,6</u>	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Чехонь	-	-	<u>0,2</u>	-	-	-	-	-	<u>4,8</u>	-	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ерш	-	<u>0,4</u>	-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	
Сельдь	-	-	-	-	<u>10,0</u>	<u>7,2</u>	<u>82,3</u>	<u>32,6</u>	<u>1,5</u>	<u>5,6</u>	
	-	-	-	-	9,4	68,5	55,9	-	-	40,0	

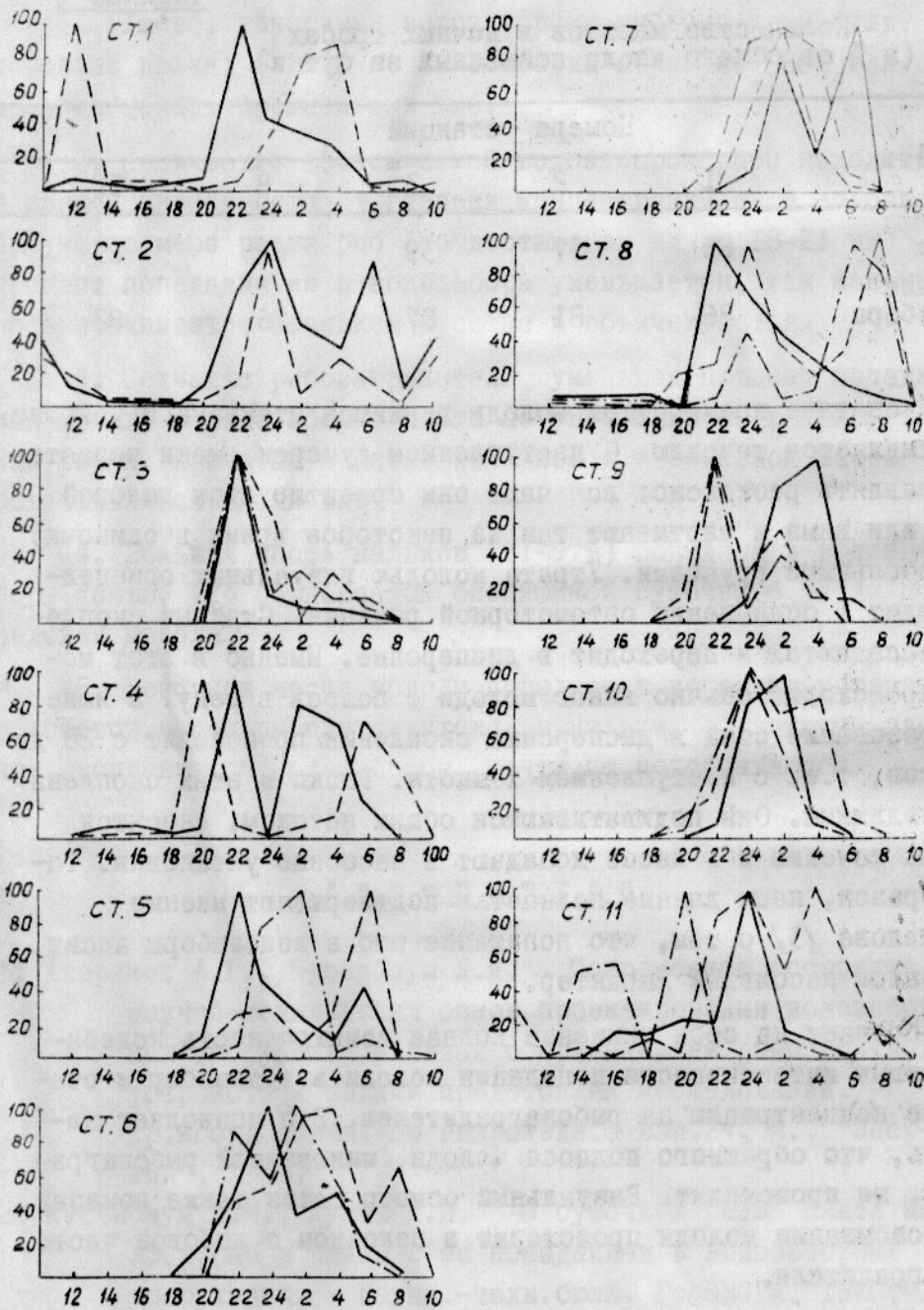


Рис.2. Суточный ритм ската рыб (---); концентрация их позади рыбозаградителя (-.-) и попадание в насосную установку (—).
 По оси ординат - интенсивность, %; по оси абсцисс - время суток, часы

Таблица 4

Количество мальков в ночных пробах
(в % от общего числа пойманных за сутки)

Место взятия проб	Номера станций				
	I	2	3	8	II
В реке	65	77	39	62	85
В канале водозабора	86	81	97	96	82

В светлое время суток молодь держится стайками и успешно сопротивляется течению. С наступлением сумерек рыбки перестают проявлять реотаксис: все чаще они ориентируются головой вверх или вниз и застывают так на некоторое время в одиночку или небольшими группами. Утрата молодь визуальных ориентиров ведет к ослаблению оптомоторной реакции. Стайные скопления распадаются и переходят в дисперсные. Именно в этот момент происходит обычно вынос молоди с пойлов в реку. В июне преобразование стай в дисперсные скопления происходит с 20 до 22 часов, т.е. с наступлением темноты. Рыбки в этих скоплениях неподвижны. Они подхватываются общим потоком, сносятся вниз по течению и в массе попадают в насосные установки. Таким образом, наши данные полностью подтверждают мнение Д.С.Павлова [3] о том, что попадание рыб в водозаборы носит в основном пассивный характер.

Обращает на себя внимание полная асинхронность колебаний кривых интенсивности попадания молоди в водозабор и степени ее концентрации за рыбозаградителем. Это позволяет заключить, что обратного подсоса молоди, миновавшей рыбозаградитель, не происходит. Визуальный осмотр сеток также показал, что засасывание молоди происходит в основном с лобовой части рыбозаградителя.

В ы в о д ы

1. Ущерб, наносимый водозаборами рыбному хозяйству, довольно велик: в 1970 г. он составил примерно 6200 млн. мальков ценных промысловых рыб.

2. Количество засасываемой водозабором рыбы находится в прямой зависимости от степени концентрации ее в водоеме. Однако по мере роста рыб (по достижении длины 18-21 мм) процент попадания ее в водозаборы уменьшается, так как молодь прижимается течением к сетке и обьачеивается.

3. Сетчатые рыбозаградители, уменьшая процент попадания молоди в водозаборы, почти не уменьшают ее гибели, так как рыбки, прижатые к сетке течением и в основной массе обьачеившиеся, погибают.

4. Большая часть мальков (81-97%) попадает в водозаборы ночью, что объясняется спецификой суточного ритма поведения молоди.

5. Основная масса молоди попадает в насосные установки с лобовой части рыбозаградителя, а мальки, образующие плотные скопления за водозабором, почти не подсасываются.

Л и т е р а т у р а

1. Аверкиев А.Г., Нусенбаум Л.М. Современное состояние научно-технических основ проектирования водозаборных сооружений в связи с применением рыбозащитных устройств и задачи предстоящих исследований. - Тр.коорд.совещ. по гидротехн., вып.24, М., "Энергия", 1965.
2. Нусенбаум Л.М., Кулиш А.И. О суточном ритме ската молоди рыб в связи с ее попаданием в водозаборные сооружения. - Научн.-техн.бюлл. ГосНИОРХ, 1960, №11.
3. Павлов Д.С. Оптомоторная реакция и особенности ориентации рыб в потоке воды. - М., "Наука", 1970.
4. Щетинина Л.А. Механические рыбозаградители для рыб. Наблюдения на Веселовском канале. М., Пищепромиздат, 1959.

OCURRENCES OF YOUNG FISH IN THE PUMP INSTALLATIONS
ON THE VOLGA RIVER

V.D.Rumyantsev

S u m m a r y

While observing the operation of pumps in the Volga delta it was estimated that over 6,000,000,000 fry of semi-anadromous fish died in the water intake in 1970. The number of fish sucked-in was directly related to their concentration in the water body. However later, in mid-June the frequency of occurrence of fish in the intake became lower since some young fish were enmeshed in the fish defence.

Although the fish defences in use reduce the percentage of young fish in the intake the mortality remains as high as before for enmeshed fish die. The fish are sucked out from the front part of the fish defence, and 81-97% of the young penetrate into the intake at night due to their specific behaviour and orientation in the flow.